
MELLÉKLET • INNOVÁCIÓKUTATÁS

Közgazdasági Szemle, LVII. évf., 2010. március (261–277. o.)

KÁNNAI ZOLTÁN–PINTÉR MIKLÓS–TASNÁDI ATTILA

Matematikaoktatás a bolognai típusú gazdasági képzésekben

A gazdálkodási és közgazdasági alap- és mesterszakok tanterveiben számos matematikai tárgy szerepel. A kétciklusú bolognai képzésre történő áttérés Európa-szerte igényelte a matematikaoktatás szerkezetének, mennyiségének és mélységének újragondolását a gazdálkodási és közgazdasági képzési területeken. Mivel az átállás országoként és intézményenként párhuzamosan és jelentős mértékben egymástól függetlenül ment végbe, egyetemenként számos eltérő megoldással találkozhatunk. Az egyetemek operatív tanterveit és tantárgyi adatlapjait felhasználva, utólagosan már összehasonlítható az egyes egyetemek matematikaoktatása. A tanulmány a matematika közgazdaságtanban betöltött szerepének áttekintése után a vezető európai egyetemek és négy magyar egyetem gazdálkodási és közgazdasági képzésén folyó matematikaoktatásának összehasonlító elemzése alapján arra az alapvető következtetésre jut, hogy Magyarországon a vizsgált képzési területen a matematikaoktatás mennyiségileg és minőségileg kritikus szintre süllyedt.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: A22, A23.

„A matematikát leginkább jellemző tulajdonság, nézetem szerint teljesen sajátos viszonya a természettudományhoz – vagy általánosabban, minden olyan tudományhoz, amely a pusztá leírásnál magasabb fokon értelmezi a tapasztalatot.”
(Neumann [1965] 12. o.)

A bolognai kétciklusú képzésre történő áttérés gyökeresen átalakította a felsőoktatásunkat. Az egyes európai országok képzéseinek kialakítása párhuzamosan, a helyi sajátosságokat figyelembe véve történt. Mint ismeretes, Magyarország az alapszakokat a lehető

* A szerzők köszönettel tartoznak Komlósi Sándornak a Pécsi Tudományegyetem Közgazdasági Karán folyó matematikaoktatásról szolgáltatott, nyilvánosan meg nem található információkért és adatokért. Köszönettel tartozunk továbbá Simonovits Andrásnak és Szabó Katalinnak a cikk korábbi kéziratverziójához fűzött megjegyzéseikért és tanácsaikért, továbbá egy anonim bírálónak a hasznos észrevételeiért. Természetesen a cikkben található minden hibáért, illetve a következtetésekért és véleményekért kizárólag a szerzők felelősek. Pintér Miklós köszönetet mond a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és az OTKA pénzügyi támogatásáért.

Kánnai Zoltán, Budapesti Corvinus Egyetem, matematika tanszék.

Pintér Miklós, Budapesti Corvinus Egyetem, matematika tanszék.

Tasnádi Attila, Budapesti Corvinus Egyetem, matematika tanszék.

leggyorsabban kívánta bevezetni – egyes területeken már 2005-ben (például az informatikaszakok esetében), míg más területeken 2006-ban (például gazdálkodási és közgazdasági szakok). A mesterképzések kialakítása, illetve elindítása most folyik.

Az alapszakok tekintetében már vizsgálható, hogy milyen mértékben sikerült megvalósítani az egységes, mobilitást elősegítő, versenyképességet fokozó és országok között jól konvertálható alapképzést, illetve milyen mértékben befolyásolták az országok sajátosságai a képzések szerkezetét. Hasonló elemzések részlegesen elvégezhetők az induló mesterszakok tantervei alapján is.

Tanulmányunkban a gazdálkodási és közgazdasági alap- és mesterszakok matematikaoktatását vizsgáljuk országonként. Összehasonlító elemzésünk célja, hogy elhelyezzük Európában a magyarországi egyetemek matematikaoktatását.¹ Választ kívánunk adni arra a kérdésre, hogy az új kétciklusú képzésben a magyarországi matematikaoktatás mennyiségileg, minőségileg és szerkezetileg megfelelő-e, illetve mennyire illeszkedik az európai képbe.

Előrevetve a cikk fő megállapítását, azt mondhatjuk, hogy a magyarországi közgazdasági, illetve üzleti iskolák matematikaoktatása mind mennyiségileg, mind minőségileg *leszüllyedt* az európai szintre, így a képzés további leépítése már nemcsak a hallgatók későbbi munkavállalási esélyeit csökkenti, hanem – az európai rendszerrel való kompatibilitás elvesztésén keresztül – veszélyezteti a hallgatók európai mobilitási programokba való bekapcsolódását is. További következtetés, hogy komoly matematikai alapokat (is) nyújtó alapképzési (elit) szakok bevezetése, illetve fenntartása nélkül a közgazdasági szakemberek magas szintű képzése, utánpótlása teljesen kicsúszhat a közgazdasági tanintézmények kezéből.

A képzések matematikaoktatásának vizsgálata előtt célszerű kitérni arra a kérdésre, hogy a matematika milyen szerepet játszik a közgazdaságtanban. Személyes tapasztalatok, hazai és külföldi kutatókkal folytatott beszélgetések alapján kialakított szubjektív álláspontjainkat közöljük a matematika szerepéről. Mivel a közgazdaságtan területén tevékenykedünk, ezért a szubjektív álláspontunk a gazdálkodási és szervezési tudományokra csak korlátozottan érvényes. Nem lehet azonban kellőképpen hangsúlyozni, hogy a matematika oktatása nemcsak az elsajátított ismeretek alkalmazása miatt szükséges, hanem a hallgatók logikus és racionális gondolkodásának fejlesztése miatt is elengedhetetlen minden gazdasági szakon. Ráadásul a rangos üzleti iskolák (HEC Paris, London Business School, INSEAD stb.) felvételi eljárásában a két fő szempont közül az egyik a jelentkezők matematikai képességének feltérképezésére irányul. Már itt érdemes megjegyezni, hogy nem alapszakok felvételi vizsgájáról van szó, mivel az említett üzleti iskolák egyike sem folytat alapképzést. Majd rátérünk az európai egyetemek gazdálkodási és közgazdasági szakjain folyó matematikaoktatás objektív elemzésére. Mivel az összes európai egyetem képzésének feltérképezése meghaladná lehetőségeinket, ezért egy az Európai Közgazdasági Társaság hivatalos folyóiratában közölt ranglista első húsz intézményének matematikaoktatását vizsgáljuk. Összehasonlító elemzésünk adatai rekonstruálhatók az általunk jegyzett elektronikus függelékben (*Kánnai és szerzőtársai* [2009]), amelyeket az egyetemek honlapjairól gyűjtöttünk össze. Az említett függelék további fontos részleteket is tartalmaz a tantárgyi tematikákat illetően.

¹ Budapesti Corvinus Egyetem (BCE), Debreceni Egyetem (DE), Pécsi Tudományegyetem (PTE) és Szegedi Tudományegyetem (SZTE). Ezek azok a magyarországi egyetemek, amelyek mind alapkötő, mind doktori szintű közgazdasági (azaz a www.doktori.hu szerint a doktori iskola tudományági besorolása a „közgazdaságtudományok” és nem a „gazdálkodás- és szervezéstudományok”) képzést nyújtanak.

Matematikai alapok a közgazdaságban

Közgazdaságtan versus matematika

Egyre inkább tapasztalható, hogy az úgynevezett puha tudományok egyre formalizáltabbá válnak, egyre inkább *elmatematikusodnak*. Elég egy szempillantást vetni a közgazdaságtan vezető lapjaira, például *Econometrica*-ra, *American Economic Review*-ra, *Journal of Economic Theory*-ra, hogy lássuk nincs ez másképpen a közgazdaságtan esetében sem.

Ezzel egy időben, jellemzően Magyarországon is, egyre erősödnek az olyan hangok, amelyek szeretnék a közgazdaságtant és a matematikát úgy szétválasztani, hogy a matematikát gyakorlatilag száműzik a közgazdaságtanból. Ezt a célt a közgazdaságtan *matematikátlanításának* nevezzük.

A matematika közgazdasági oktatásában való szerepét tárgyaló irodalom meglehetősen szűk. Magyar nyelven egyetlen cikkről tudunk: *Orosz* [2007], amely – külföldi cikkek eredményeire támaszkodva: *Ballard–Johnson* [2004], illetve *Pozo–Stull* [2006] – a matematikai ismeretek közgazdaságtani tanulmányokra gyakorolt hatását vizsgálja. Ebben a témakörben egy további és igen friss cikkről van tudomásunk: *Lagerlöf–Seltzer* [2009]. E cikkek eredményei arra utalnak, hogy a matematika oktatása elősegíti a közgazdasági ismeretek elsajátítását. Hangsúlyozzuk, hogy ebben a cikkben mi más oldalról közelítjük a matematika közgazdaságtani szerepét, tehát következtetéseink nem támaszkodnak a művek eredményeire.

Egy harmadik jelenség, ami témánkhoz kapcsolódik, hogy a *közgazdaságtani szakcikkek egyre hosszabbak*. Ráadásul az egyre növekvő terjedelem többnyire nem az egyre fejlettebb matematikai apparátus használatának következménye, hanem a cikk puha részének – bevezetés, a cikk beágyazása az irodalomba, közgazdasági relevanciájának ismertetése – terjedelme nő leginkább.

A három tendencia figyelembevételével egy rövid áttekintést adunk arról, hogy a mai modern közgazdaságtan műveléséhez milyen matematikai műveltség szükséges. Kitérünk továbbá arra is, hogy miként próbálják meg a különböző nyugati egyetemek ezt a matematikai alpműveltséget hallgatóiknak biztosítani.

Már csak terjedelménél fogva sem lehet tanulmányunk teljes körű és eléggé alapos. Nem is célunk, hogy minden részletre kiterjedő képet fessünk a közgazdaságtan és a matematika kapcsolatáról. Sem tudásunk, sem tapasztalatunk nincs ehhez. A célunk csupán csak az, hogy némi tényanyaggal segítsünk a vázolt három trend keltette hullámok közötti eligazodásban.

Közgazdaságtani cikkek, előadások

Első pillantásra is világos, hogy a közgazdaságtani kutatások, eredmények matematikai bázisa nem korlátozódik a matematika valamely részterületére. Hasonlóan a fizikához, a közgazdaságtan esetében is nagyon különböző matematikai szakterületek bizonyos esetekben egyidejű alkalmazására kerül sor. Sőt egyre inkább a közgazdaságtan is felvet matematikai problémákat.

A következőkben – igen durva és leegyszerűsített felosztást alkalmazva – öt területre osztjuk a közgazdaságtant (*economics*): makroökonómia, mikroökonómia, pénzügy, ökonometria és operációkutatás (a döntéelméletet is ideértve). Az egyes szakterületeket egyenként vizsgálva próbáljuk az adott szakterület matematikai alapjait meghatározni.

MAKROÖKONÓMIA. Kézzelfogható az a hatalmas változás, ami a makroökonómiában végbe ment az elmúlt hetven évben – elég, ha egy szempillantást vetünk *Keynes* [1936/1965] már

klasszikusnak számító, valamint *Ljungqvist–Sargent* [2004] modern alapművére. Keynes mesélős prózai stílusa elfogadott volt saját korában, a mai világban azonban már követelmény a formalizált, pontosabb érvelési és megértési szintet lehetővé tevő tárgyalási mód.

Könnyű helyzetben vagyunk, mert Sargent a honlapján egy nem hivatalos listát ad azokról a matematikátárgyakról, amelyeket elengedhetetlennek tart a közgazdaságtan magas szintű műveléséhez: lineáris algebra, lineáris algebra és mátrixelmélet, bevezetés a komplex függvénytanba (különösen hasznos az ökonometriához és az időszerelemzéshez), bevezetés a sztochasztikus folyamatok elméletébe, közönséges differenciálegyenletek, parciális differenciálegyenletek, funkcionálanalízis, valós és funkcionálanalízis, valószínűségelmélet, bevezetés a sztochasztikus differenciálegyenletek elméletébe, optimumszámítás vektortereken, sztochasztikus kalkulus és irányításelmélet, sztochasztikus folyamatok, modern Markov-láncok, valószínűségszámítás (http://homepages.nyu.edu/~ts43/math_courses.html). Sargent ugyan hangsúlyozza, hogy a lista nem a(z ottani) közgazdaságtani tanszék hivatalos listája, „csak” az ő tapasztalatainak listába foglalása, de talán elfogadhatjuk, hogy van némi rálátása a modern makroökonómiára.

MIKROÖKONÓMIA. A mikroökonómia mindig is a közgazdaságtan matematizáltabb részéhez tartozott. Elég itt a klasszikusnak számító *Samuelson* [1947]-re gondolni, vagy *Debreu* [1959] alapkönyvébe lapozni. Egy vállalat profitmaximalizáló viselkedése a matematika nyelvére lefordítva egy függvény szélsőértékeinek megkeresését jelenti. Amennyiben egyszerre több döntési változó is van, akkor már a többváltozós analízis eszközeihez kell nyúlnunk. Jellemzően a mikroökonómiai modellekben is megjelenik az idő, tehát a dinamikus matematika – differencia- és differenciálegyenletek – ismerete nélkülözhetetlen. Szintén szerepet kap a bizonytalanság a mikroökonómiai problémák elemzésekor, ekkor a valószínűségszámítás ismerete és alkalmazása sem kerülhető meg. Ezeken a kiragadott példákon túl a mikroökonómiában a matematika mint nyelv ismerete elengedhetetlen. Itt nem valamiféle specifikus ismeretre gondolunk, hanem arra a képességre, hogy egy hipotézist pontos jelentéssel bíró formába tudjunk önteni, illetve érvelni tudjunk mellette vagy ellene (bizonyítás, ellenpélda).

PÉNZÜGY. A pénzügy már a kezdetek óta szorosan kötődik a matematikához. Már a nagy ókori civilizációkban is a matematika egyik fontos alkalmazási területét a pénzügyi számítások jelentették. Később a középkorban ez a kapcsolat továbbra is fennmaradt. A modernizálódó Európában a matematikai fejlődés legfőbb hajtóerejévé a fizika vált, a pénzügy kissé háttérbe szorult.

Az utóbbi fél száz évben a pénzügyek újra szorosan kapcsolódnak a matematika különböző szakterületeihez, sőt nemritkán a fizikában már régebb óta alkalmazott területekhez is, elég itt a pénzügyi matematikára (*financial mathematics*) mint a pénzügy egy ágára gondolni. A Stanford Egyetem honlapját meglátogatva, azt láthatjuk, hogy a pénzügyi matematikai képesítés megszerzésének feltétele a következő tárgyak teljesítése:² bevezetés a sztochasztikus differenciálegyenletek elméletébe, pénzügyi modellezés és kockázatkezelés, parciális differenciálegyenletek és diffúziós folyamatok vagy Monte Carlo-módszer, számítás és szimuláció a pénzügyekben, pénzügyi matematikai témák: állandójövedelem-modellek (*fixed income models*) vagy modellezés és irányítás, matematikai pénzügyek.

Természetesen a pénzügyi matematika, ahogy a neve is sugallja, a matematikához szorosan kötődő pénzügyi szakág, amelyhez elengedhetetlen a sztochasztikus folyamatok és differenciálegyenletek legnehezebb eszköztárának mesteri szintű ismerete. Jellemzően azonban sok más pénzügyi szakterület is matematikaigényes. A biztosításmatematika, ahogy nevéből is következik, szintén a matematikához szorosan kapcsolódó terület. A

² A tárgyak magyar fordítását adjuk meg.

valószínűségszámítás szinte egész eszköztára felvonultatásra kerül egy-egy összetettebb biztosításmatematikai probléma megoldása során. Végül, de nem utolsósorban az utóbbi időben egyre fontosabbá válik a sztochasztikus programozás alkalmazása a pénzügyi eszközök tervezésében, kezelésében.

ÖKONOMETRIA. Az előző három szakterület mindegyikéhez szorosan kötődik az ökonometria. Felhasználási területe minden olyan problémára kiterjed, ahol valamilyen empirikus jelenséggel összevethető és összevetendő modell megjelenik. Mivel az ökonometria a statisztikától el nem választható tudomány, így annak matematikaigényessége nem vitatható. Bármilyen alapfokú ökonometria tankönyvbe lapozva, szembesülünk azzal, hogy az analízis, a vektorterek, a mátrixok, a valószínűségszámítás, a komplex számok ismerete nélkül nem sajátítható el az ökonometria.

A magas szintű ökonometria műveléséhez azonban ennél jóval több ismeret kell. A *Borovkov* [1999]-t és *Hamilton* [1994]-t alapul véve, az említett ismereteken felül a haladó (nem alkalmazott) ökonometria művelése a következő matematika ismereteket feltételezi: valószínűségelmélet, komplex függvénytan, mértékelmélet, funkcionálanalízis, differenciálegyenletek, sztochasztikus folyamatok (Markov-láncok, véletlen bolyongás, fehér zaj stb.).

Természetesen az alkalmazott ökonometria művelése nem követeli meg a felsorolt ismeretek elmélyült tudását. Megítélésünk szerint azonban az ilyen irányú alapfokú ismeretek ennek a szakterületnek a magas szintű műveléséhez is mindenképpen szükségesek.

OPERÁCIÓKUTATÁS. Az operációkutatás mint diszciplína már a meghatározását tekintve is köthető a matematikához. Vannak, akik szerint az operációkutatás egy alkalmazott matematikai terület, míg mások szerint inkább egy független szakterület, amely jellemzően a matematika eszköztárát használja. Akármelyik álláspontot is valljuk magunkénak, egy dolog biztosnak tűnik: az operációkutatás műveléséhez matematikai képzettség szükséges.

Egy tipikus termelésirányítási (*operations management*) – ami jellemzően üzleti iskolai tárgy – kurzus alapfeltétele, hogy a hallgató rendelkezzen a következő alapvető ismeretekkel: differenciál- és integrálszámítás, valószínűségszámítás, statisztika, lineáris programozás, alap pénzügyi számítások. Ezekon az ismereteken túl egy ilyen kurzus érint(het) még más területeket is, például gráfelméleti és kombinatorikus optimalizálási alapok, differenciaegyenletek alapjai.

Már csak némi személyes elfogódottság miatt is külön kitérünk a játékelméletre. A játékelmélet egyre nagyobb szerepet kap a közgazdasági modellekben, illetve a közgazdasági gondolkodásban, érvelésben. Játékelméleti szaklapokba (*Games and Economic Behavior*, *International Journal of Game Theory* stb.), illetve szakcikkbe tekintve, azonnal látható a szakterület matematikaigényessége. Kevésbé ismert azonban, hogy mennyire sokszínű és mély ez a kapcsolat. A matematikai logikától a kombinatorikus optimalizáláson, gráfelméleten, funkcionálanalízisen, dinamikus rendszereken keresztül a sztochasztikus folyamatokig terjed. Jellemző továbbá, hogy az egyes felsorolt matematikai szakágak számos képviselője is felveszi az önéletrajzába (CV) a játékelméletet mint kutatási területet.

Oktatás

Az előzőekben írtakból egyértelműen kiderül, hogy a matematika igen különböző, gyakorlatilag mindenféle ága felmerül közgazdasági kutatások, alkalmazások során. Van-e olyan ember, aki a felsorolt témák mindegyikéhez ért, jártas azokban? Tapasztalataink szerint ilyen ember, ha van is, csak nagyon kevés. Jellemzően mindenki a saját szakterületét műveli, az egyes ágakon belül is, és (csak) abban jártos. Felmerül továbbá a kérdés, hogy milyen

oktatási rendszer biztosítja azt az alapot, amiből kiindulva az egyes tehetséges hallgatók magasan képzett, PhD-fokozatot szerzett szakemberekké válhatnak. Személyes tájékoztató, kérdezősködés alapján a következő két megoldás tűnik tipikusnak Nyugat-Európában.

1. Számos esetben előfordul, hogy matematikusként végzett hallgatók iratkoznak be közgazdasági mester- és PhD-programokba, és válnak közgazdásszá. Ezeknél a hallgatóknál a szükséges matematikai alapképzettség már adott, igazából már „csak” a közgazdasági „ruhát” kell rájuk adni. Matematikusokból igazán neves közgazdászokká vált kutatókra példa: Aumann, Gale, Debreu.

2. A másik – az elsőként említettel egyidejűleg jelentkező – megoldás az, hogy mivel az alapképzésben (*bachelor*) nem túl színvonalas a módszertani alapozás (a közgazdasági sem), ezért a mesterképzésekben gyakorlatilag nulláról indulnak. Alapozó tárgyak széles választékát kínálják a hallgatóknak, akik azok közül választva specializálódhatnak és mélyedhetnek el a választott szakterületen. Továbbá a témavezető egyénileg kijelölhet matematikai (és természetesen más) könyveket feldolgozásra.

Összefoglalva a színvonalas közgazdászképzés jellemzőit, azt mondhatjuk, hogy az alapképzések sok helyütt igen szerény alapokat nyújtanak a magas szintű szakemberképzéshez. Később azonban, a mesterképzésben – tárgyak széles körét biztosítva és gyakorlatilag nulláról indulva, de gyorsan haladva, sokat dolgoztatva a hallgatókat – specializált ismeretekben biztos alapot nyújtanak a magasan képzett közgazdásszá váláshoz.

Pontosan látnunk kell azonban, hogy egy, a mesterképzésben ténylegesen nulláról induló diáknak nem sok esélye van arra, hogy magasan kvalifikált, nem alkalmazott területtel foglalkozó kutató legyen. Példaként említhetjük Aumannt, aki csak matematikusvégzettségű diákok témavezetését vállalta (ma már nem vállal PhD-diákokot). Fontos tudni továbbá, hogy Aumann összes tanítványa (volt PhD-diákja) a közgazdaságtan területén (is) dolgozik. Tehát ha a közgazdasági szakma nem akarja kiengedni a kezéből az utánpótlás-nevelést, akkor szükség van olyan alapképzésbeli (elit) programokra, amelyek biztosítják a megfelelő módszertani alapozást (is).

Egy megjegyzés kívánczik még ide. A sok specializált tárgy, amelyek lehetővé teszik a hallgatóknak a magas szintű ismeretek megszerzését, nem tömegtárgyak. Azokat az adott területen dolgozó, kutatási eredményekkel rendelkező oktatók tanítják, és gyakran öt főt meg nem haladó létszámmal üzemelnek. Nem azért ilyen kicsik ezek a csoportok, mert limitálva van a hallgatók száma, akik felvehetik az adott tárgyat, hanem azért, mert egyszerűen ennyi hallgató van, akit érdekel az adott speciális téma. Például a neves Tinbergen Intézetben is előfordult, hogy egy haladó játékelméleti kurzust csak három hallgató vett fel. Úgy tűnik azonban, hogy egy egyetem képzési, kutatási erejét az ilyen speciális, kis létszámú tárgyak határozzák meg.

Ide kívánczik még egy előrevetés; a tipikus nyugati egyetemek már az alapképzésekben is a négy vizsgált magyar egyetemhez (Budapesti Corvinus Egyetem, Debreceni Egyetem, Pécsi Tudományegyetem és Szegedi Tudományegyetem) képest sokkal kisebb csoportlétszámokkal dolgoznak (lásd például az elektronikus függelékét, *Kánnai és szerzőtársai* [2009] London School of Economicsra és University of Viennára vonatkozó bevezető információit).

A matematikaoktatás összehasonlító elemzése

A kétszintű bolognai rendszer bevezetése a gazdálkodási és közgazdasági szakokon folyó matematikaoktatás szerkezetét is szükségszerűen érintette. A vizsgálatba bevont négy magyarországi egyetemen (a továbbiakban M4: Budapesti Corvinus Egyetem, Debreceni Egyetem, Pécsi Tudományegyetem és Szegedi Tudományegyetem) is az új kétciklusú (alap- és mester-) képzés jelentős változásokhoz vezetett. E fejezet célja annak áttekintése,

hogyan az új képzési rendszerben európai összehasonlításban, hol helyezkedik el mennyiségében és minőségében az M4 egyetemeken folyó matematikaoktatás.

Természetesen az összes európai egyetem matematikaoktatásának alapos vizsgálata meghaladta volna a szerzők adatgyűjtési és -feldolgozási lehetőségeit. Ezért az Európai Közgazdasági Társaság folyóiratában megjelent *Kalaitzidakis és szerzőtársai* [2003] egyetemi rangsorát vettük alapul (a ranglista a világ első 200 és Európa első 120 intézményét közli), és a tanulmányban közölt első 20 európai egyetem alap- és mesterszintű matematika képzését vizsgáltuk. Mivel a magyarországi oktatási piacon az M4 egyetemek piacvezetők a gazdálkodási és közgazdasági képzési ágakban, a jobb európai egyetemek alkalmazott gyakorlata az irányadó számukra. Az 1. táblázatban látható az első 20 intézmény *Kalaitzidakis és szerzőtársai* [2003] szerinti egyetemi rangsora.

1. táblázat
Top 20 európai intézmény

Helyezés	Egyetem	Rövidítés	Ország	Pontszám
1.	University of Tilburg	Tilburg	Hollandia	581,23
2.	London School of Economics	LSE	Nagy-Britannia	548,84
3.	Tel-Aviv University	Tel-Aviv	Izrael	446,15
4.	University College London, IFS	UC London	Nagy-Britannia	390,39
5.	University of Cambridge	Cambridge	Nagy-Britannia	371,84
6.	University of Oxford	Oxford	Nagy-Britannia	370,64
7.	University of Toulouse	Toulouse	Franciaország	322,50
8.	Hebrew University	Hebrew	Izrael	316,72
9.	Universitat Autònoma de Barcelona-IAE	UA Barcelona	Spanyolország	304,24
10.	University of Amsterdam	Amsterdam	Hollandia	288,15
11.	Universitat Carlos III	Madrid	Spanyolország	286,18
12.	University of Essex	Essex	Nagy-Britannia	279,72
13.	Universitat Pompeu Fabra	UPF Barcelona	Spanyolország	274,25
14.	Université Catholique de Louvain	Louvain	Belgium	266,65
15.	Erasmus University Rotterdam	Erasmus	Hollandia	261,48
16.	INSEE	INSEE	Franciaország	251,08
17.	Stockholm School of Economics	Stockholm	Svédország	236,75
18.	University of Warwick	Warwick	Nagy-Britannia	212,26
19.	University of Vienna	Vienna	Ausztria	208,30
20.	University of Bonn	Bonn	Németország	201,83

Forrás: *Kalaitzidakis és szerzőtársai* [2003].

Az egyetemekre az 1. táblázat harmadik oszlopában szereplő rövidített elnevezéssel fogunk hivatkozni a későbbi táblázatokban. A rangsor az egyetemek munkatársai által a Top folyóiratban publikált kiigazított oldalszámok alapján készült, amelyek értékeit az 1. táblázat utolsó oszlopa tartalmazza.

Az összehasonlító elemzésünket az 1. táblázatban szereplő 20 egyetem honlapjairól összegyűjtött információ alapján végeztük. A részletes háttér adatok megtalálhatók az elektronikus függelékben (*Kánnai és szerzőtársai* [2009]). Megjegyzendő, hogy nyelvi nehézségeink miatt a Hebrew és a Tel-avivi Egyetemről nem tudtunk információt szerezni. A 16. helyen szereplő francia INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques) intézmény egy statisztikai hivatal, amelynek oktatási egységei az ENSAE 109. és az ENSAI helyzetlen a ranglistán, ezért ennek elemzésétől eltekintettünk. A University

of Cambridge és a University of Oxford oldalai védettek, képzéseik esetében csak az operatív tantervek egyes részleteihez férhettünk hozzá. A legtöbb egyetem esetében azonban a tantárgyi tematikák és a kötelező irodalom is hozzáférhető volt. Összességében végül az M4 egyetemek matematikaoktatását 17 intézmény képzésével tudtuk összehasonlítani. Az országos megoszlást tekintve így hat brit, három holland, három spanyol és egy-egy belga, francia, osztrák, német és svéd intézményt dolgoztunk fel.

Az összehasonlító elemzésünkben a matematikaoktatás igényessége szempontjából megkülönböztettük a gazdálkodási, a közgazdasági és a matematikai-közgazdasági képzéseknek megfelelő programokat. Meg kell jegyeznünk, hogy néhány intézmény (Erasmus University Rotterdam, Stockholm School of Economics, Université Catholique de Louvain, University of Amsterdam és University of Oxford) Business and Economics, illetve ehhez hasonló elnevezésű képzéseket hirdet. Ezen intézmények adatait mind a gazdálkodási, mind a közgazdasági képzésekben figyelembe vettük. Az elemzéseinkben elsősorban a kötelező matematikai tárgyakra, illetve a kötelező matematikai óraszámokra koncentráltunk. A módszertani tárgyak közötti összefüggés miatt az adatgyűjtésünk és elemzésünk részben kitér operációkutatási és statisztikai tárgyakra is. Ezek esetében azonban nem törekedtünk az adatok teljes körű összegyűjtésére és elemzésére. Reméljük azonban, hogy az elektronikus függelékben található részletes tantárgyi információk az operációkutatás és a statisztika területén dolgozó kollégák számára is hasznos információt szolgáltatnak (lásd *Kánnai és szerzőtársai* [2009]).

Az összehasonlítás alapjául a Budapesti Corvinus Egyetem matematika tanszéke által oktatott tantárgyakat vettük, amelyek a következők szerint csoportosíthatók.

– *Kötelező tárgyak alapszakokon*: matematikai alapok I. és II., analízis, analízis I. és II., dinamikai rendszerek, lineáris algebra, lineáris algebra I. és II., valószínűségszámítás, fejezetek a matematikából I., II., III. és IV. (speciális pénzügyi matematika program, első két éven).

– *Választható tárgyak alapszakokon*: funkcionálanalízis, mértékelmélet és sztochasztika.

– *Kötelező tárgyak mesterszakokon*: differenciálegyenletek, fejezetek a matematikából, funkcionálanalízis, kiegészítő fejezetek a matematikából I., konvex analízis, sztochasztikus folyamatok, valószínűségszámítás és statisztika.

– *Választható tárgyak mesterszakokon*: dinamikus optimalizálás és programozás, funkcionálanalízis, kiegészítő fejezetek a matematikából II., mértékelmélet, numerikus analízis, sztochasztika, variációszámítás és optimális irányítások.

Néhány tárgy azért szerepel többször, mert egyes szakokon kötelezők, míg más szakokon választhatók. A tantárgyak teljes listáját azért soroltuk fel, mert ilyen tartalmú tárgyakat kerestünk a 17 egyetem különböző alap- és mesterszintű képzéseiben.

A továbbiakban végigvesszük az eltérő matematikai igényű közgazdasági, matematikai-közgazdasági, gazdálkodási alapszakokat, majd rátérünk a mesterszakok elemzésére. Mivel nem minden adat állt mind a 17 egyetem esetében rendelkezésünkre, ezért néhány ismerv esetén kevesebb intézmény összehasonlításával foglalkoztunk.

Közgazdasági alapképzések

A közgazdasági alapképzéseket a Budapesti Corvinus Egyetem és a Pécsi Tudományegyetem alkalmazott közgazdász alapszakjain oktatott matematikai ismeretekkel hasonlítottuk össze.³ A Budapesti Corvinus Egyetemen az alkalmazott közgazdász sza-

³ Az M4 egyetemek közül nincs máshol közgazdaságtani (*economics*) alapképzés.

kos hallgatók a matematikai alapok I. és matematikai alapok II. tárgy keretei között heti két előadás és heti két gyakorlat keretein belül differenciál- és integrálszámítást, a valószínűségszámítás alapjait, többváltozós analízist, feltétel nélküli és (némi) feltételes szélsőérték-számítást tanulnak. A két tárgy félévenkénti kreditértéke öt, illetve hat európai kredit (*ECTS, European Credit Transfer System*). Ki kell emelnünk, hogy a valószínűségszámítási ismeretek a teljes tanév 28 hetéből tizet igényelnek. A Pécsi Tudományegyetem hallgatói ugyancsak két tárgy keretében, de kevesebb óraszámban tanulnak matematikát.⁴ A Bécsi Egyetem, az UPF Barcelona és Oxford kivételével, ahol van külön valószínűségszámítás, a többi egyetemen a valószínűségszámítás alapjait a statisztika I. tárgy keretein belül oktatják, amelyeknél körülbelül a félév fele jut a valószínűségszámítási ismeretekre. A félévek tárgyakkal súlyozott száma,⁵ az ismeretekre fordított heti óraszámok, illetve összes óraszám a tematikában feltüntetett ismeretekre fordított egységek szerint szerepelnek a 2. táblázatban.

2. táblázat
Közgazdasági szakok matematikaoktatása

Egyetem	Szak	Félévek száma*	Heti óraszám	Összes óraszám	Összes kredit
LSE	BSc in Economics	2,5	–	119	–
Oxford	BA in Economics and Management	2	–	–	–
Cambridge	BA in Economics	1,5	–	–	–
UC London	BSc in Economics	2	3 + 3	70	15
Essex	BSc in Economics	2	3 + 3	90	15,5
Warwick	BSc in Economics	2,5	4 + 4 + 2	104	–
UA Barcelona	BA Economics	2	5 + 5	140	13,5
Madrid	Licenciado en Economía	2	4 + 4	–	12
UPF Barcelona	Licenciado en Economía	2,67	–	168	17,2
Erasmus	International Bachelor in Economics and Business Economics	1,25	2,5 + 2,5 + 1,25	87,5	10
Tilburg	BSc in Economics	2,5	4 + 6 + 3	182	15
Amsterdam	BSc in Economics and Business	3	2 + 2 + 6	–	14
Toulouse	BSc in Economics	6,5	–	336	31
UC Louvain	BSc in Economics and Management	2,5	–	180	14,5
Bonn	BSc in Economics	2,5	6 + 6 + 3	225	15
Stockholm	BSc in Business and Economics	1,5	–	–	7,5
Vienna	BSc in Economics	3	5 + 5 + 5	210	30
Corvinus	BA Alkalmazott Közgazdaságtan	2	4 + 4	112	12
Pécs	BA Alkalmazott Közgazdaságtan	1,5	4 + 2	84	7,5

*Meghatározásához lásd az 5. lábjegyzetet.

⁴ A Pécsi Tudományegyetem esetében törtszemeszter onnan adódik, hogy az operációkutatást nem soroltuk a szorosan vett matematikai tárgyak közé, így Pécsen a második szemeszter második fele – amikor operációkutatást tanulnak a hallgatók – nem tartozik a szorosan vett matematikaoktatáshoz.

⁵ A félévek tárgyakkal súlyozott számának (röviden félévek száma) értelmezéséhez tekintsük a következő példát: ha egy intézmény operatív tantervében az első félévben az *algebra* és az *analízis*, továbbá a második félévben a *valószínűségszámítás* és *statisztika* szerepel, akkor az első félévben 2 tárgy a második félévben 1/2 tárgy tananyaga foglalkozik a BCE matematika tanszéke által oktatott tananyaggal. Ennek megfelelően a táblázatban a *félévek száma* sorában a 2 és 1/2 érték tüntetendő fel.

A 2. táblázatban az egyetemek országokba csoportosítva követik egymást. Meg kell jegyeznünk, hogy számos cella adathiány miatt üresen maradt. Ennek ellenére a meglévő adatok alapján is összehasonlíthatjuk a Budapesti Corvinus Egyetem és a Pécsi Tudományegyetem matematikaoktatását a többi európai egyetemével. A 2. táblázatban szereplő értékek kiszámításánál csak az adott egyetem adott szakának kötelező matematikai tárgyait vettük figyelembe. Az egyes oszlopokban szereplő értékek meghatározásakor a valószínűségi számítás a matematikaoktatáshoz számoltuk, mivel megítélésünk szerint a valószínűségi számítás a szűk értelemben vett matematikához tartozik, még ha azt a legtöbb egyetemen a statisztika I. tárgy második negyedévében oktatják is. Ezért szerepel sok egyetemen az oktatott félévek számánál a 2,5 érték. Hasonló igaz az óraszámokra és az európai kreditértékekre (ECTS). Meg kell jegyeznünk, hogy az UPF Barcelona trimeszteres képzésben oktatja az alpmatematikát négy trimeszterben (trimeszterenként egy matematikai tárggyal), így adódik a 2,67 félév az UPF Barcelona esetében.

A félévek száma tekintetében megállapítható, hogy a 17 vizsgált külföldi egyetem közül kilenc egyetem többet, öt egyetem ugyanannyit és három egyetem kevesebb időt fordít a hallgatók matematikai képzésére a Budapesti Corvinus Egyetemenél. A Pécsi Tudományegyetem esetében a 17 vizsgált külföldi egyetem közül 14 egyetem többet, két egyetem ugyanannyit és egy egyetem kevesebb időt fordít a matematikai képzésre. A heti óraszám tekintetében tíz külföldi egyetemmel tudjuk összehasonlítani a két magyar egyetemet, amelyek alapján hat egyetem több, egy ugyanannyi és három kevesebb időt fordít a hallgatók matematikai alapképzésére, mint a Budapesti Corvinus Egyetem. A Pécsi Tudományegyetem esetében pedig nyolc egyetem több, kettő ugyanannyi időt szán a matematikai alapképzésre, és semelyik sem fordít kevesebbet. Az összes óraszám tekintetében valamivel több külföldi egyetemre vonatkozóan áll rendelkezésünkre információ, és ezek szerint nyolc egyetem több, míg a négy egyetem kevesebb időt szán a matematika oktatására, mint a Budapesti Corvinus Egyetem. A Pécsi Tudományegyetem esetében 11 egyetem több, míg mindössze egy egyetem szán kevesebb időt a matematika oktatására. Kreditérték tekintetében tíz külföldi egyetem esetében szerepel a matematika a Budapesti Corvinus Egyetemenél nagyobb súllyal, egy egyetem esetében azonos és két egyetemenél kisebb súllyal. A Pécsi Tudományegyetemmel való összehasonlításból az látható, hogy 12 egyetem esetében nagyobb, egy egyetemmel azonos, és nincs egyetem, ahol kisebb súllyal szerepelne a matematika, mint Pécsen.

A táblázat adatai természetesen nem szolgáltatnak teljes képet az egyes képzésekről. Látható, hogy a brit egyetemek a kontinentális európai egyetemeknél kevesebbet foglalkoznak a matematika oktatásával. Ennek alapvető oka, hogy a felvételi követelmények vagy ajánlások között szerepel az *A* szintű matematika „érettségi”, amely tartalmazza a differenciál- és integrálszámítást, a lineáris algebra alapjait, továbbá a valószínűségi számítás és statisztika alapjait, illetve a komplex számokat is. Ezért az egyetemi matematikai alapképzésben erre építenek, és nem tanítják meg újra deriválni, integrálni stb. a diákjait. Mivel ilyen felvételi követelményekkel itthon nem élünk (például kötelező emelt szintű matematika érettségi), a hallgatóság (főleg a felvételi pontszámításnál még az alapszintű matematika érettségi eredményét is kiküszöbölő hallgatók) jelentős százaléka miatt megkerülhetetlen ezen ismeretek oktatása az első tanévben. Hasonló igaz sok kontinentális európai országra is.

Az összes óraszám számításakor figyelembe kell venni, hogy az egyes egyetemek eltérő mértékben követelik meg az *otthoni munkát*. Az Amszterdami Egyetem beszámítja az összes órászámba a tervezett otthoni heti órászámigényt, ezért hagytuk esetében a megfelelő cellát üresen, pedig ilyen formában rendelkezésünkre állt a szükséges adat. Bonn is feltünteti az operatív tantervekben az otthoni többletmunkaigényt, de a tiszta tantermi órászámot is, amelyek megtalálhatók a 2. táblázatban. Az egyetemek nem egységesek a

tekintetben, hogy milyen mértékben kell a hallgatóknak már a tanórákon megtanítani a tananyagot. A brit egyetemeken nem ritka a tanév felbontása 12 hetes őszi oktatási félévre, 11 hetes tavaszi oktatási félévre és héthetes nyári vizsgaidőszakra. Mindezek a sajátosságok befolyásolják az európai kreditértékeket (ECTS).

A matematikaoktatást tekintetve a franciák emelkednek ki, akik a kétciklusú képzés bevezetése ellenére sem voltak hajlandók (legalábbis vezető egyetemeiken) a kimagasló alapképzésükből engedni. E tekintetben őket követik a spanyolok, akik legalább a kötelező szaktörzsbeli tárgyak között kínálnak számos matematikai tárgyat (lásd az UPF Barcelona közgazdasági alapképzését). A belga, holland, német és osztrák egyetemek választható tárgyak tekintetében elmaradnak a spanyoloktól, de ők is nagyobb szerepet szánnak a matematikának, mint Magyarországon szokásos.

Valójában, ha az erősebb bemeneti követelményű brit egyetemektől eltekintünk, akkor csak Stockholm foglalkozik kevesebbet a matematikával a Budapesti Corvinus Egyetem-

3. táblázat
Hány egyetemen kötelezők az egyes tankönyvek?

Tankönyv*	Kötelező helyek száma
BINMORE, K.–DAVIES, J. [2001]: Calculus, Concepts and Methods. Cambridge University Press	1
BORM, P. E. M.–DAM, E. R. VAN–HAMERS, H. J. M.–NORDE, H. W. [2006] Linear and Dynamical Systems, Optimization and Games. Pearson, Harlow	1
BRADLEY, T.–PATTON, P. [2002]: Essential Mathematics for Economics and Business. John Wiley	1
CHIANG, A. C. [2005]: Fundamental Methods of Mathematical Economics	2
HOWARD, A. [2005]: Elementary Linear Algebra with Application. John Wiley & Sons.	1
HOY, M.–LIVRNOIS, J.–MCKENNA, C.–REES, R.–STENGOS, A. [2001]: Mathematics for Economics. MIT Press.	1
MINGUILLÓN, E.–PÉREZ-GRASA, I.–JARNE, G. [2004]: Matemáticas para la Economía. McGraw-Hill, Madrid.	1
KAPER, B.–HAMERS, H. [2000]: Wiskunde met toepassing in de micro-economie. Academic Service, Schoonhoven	1
LARSON, R. E.–HOSTETLER, R. P.–EDWARDS, B. H. [1999]: Cálculo y Geometría Analítica. McGraw Hill, Madrid	1
LUENBERGER, D. G. [1979]: Introduction to Dynamic Systems. Introduction to Dynamic Systems: Theory, Models, and Applications. Wiley, New York	1
OSTASZEWSKI, A. [1990]: Advanced Mathematical Methods. Cambridge University Press	1
PEMBERTON, M.–RAU, N. [2007]: Mathematics for Economists: An Introductory Textbook, Manchester University Press	3
Renshaw[2002]: Maths for Economics.	1
RIEDEL, F.–WICHARDT, P. C. [2008]: Mathematik für Ökonomen. Springer	1
SIMON, C. P.–BLUME, L. E. [1994]: Mathematics for Economists. Norton	1
STEWART, J.[2001]: Cálculo de una variable. Thomson	1
SYDSAETER, K. [1981]: Topics in Mathematical Analysis for economists. Academic Press	1
SYDSAETER, K.–Hammond, P. [2008]: Essential Mathematics for Economics Analysis. Magyarul: Matematika közgazdászoknak. Aula Kiadó, 2003.	6

*A felsorolt tankönyvek bibliográfiai adatai között az évszám nem mindig felel meg a copyrightban feltüntetett évszámnak.

nél, és nincs olyan egyetem, amely a Pécsi Tudományegyetemnél kevésbé tartja fontosnak a matematika oktatását. Természetesen az összehasonlítás alapjául élvonalbeli európai egyetemek szolgáltak.

A kötelező irodalomként megjelölt könyvek a 3. táblázat szerint oszlanak meg, amelyből látható, hogy a Budapesti Corvinus Egyetemen is használt *Sydsaeter–Hammond* [2003] könyv messze a leggyakrabban használt tankönyv.

Matematikai-közgazdasági alapképzések

Ebben az alfejezetben a Budapesti Corvinus Egyetem gazdaságelemzés alapképzésének megfeleltethető képzéseket tekintjük át.⁶ A gazdaságelemzés alapszak a Budapesti Corvinus Egyetem matematikaigényes szakja, a korábbi gazdaságmatematikai elemző közgazdász szak utódja.

A gazdaságelemző szakon oktatott kötelező matematikai tárgyak az analízis I. és II., a lineáris algebra I. és II., valószínűségszámítás és dinamikai rendszerek, továbbá a választható matematikai tárgyak: funkcionálanalízis, mértékelmélet és sztochasztika. A kötelező tárgyak összes óraszámja 392, és összes kreditértéke 34. A matematikai tárgyak félévekben mért számát (röviden félévek száma), az összes óraszámot és az összes (lehetőleg az európai) kreditértéket egyetemenként a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Matematikai-közgazdasági szakok matematikaoktatása

Egyetem	Szak	Félévek száma	Összes óraszám	Összes kredit
LSE	BSc in Mathematics and Economics	9	–	–
UC London	BSc in Mathematics with Economics	16	669	120
Essex	BSc in Economics with Mathematics	11	353	40,75
Warwick	BSc in Mathematics and Economics	12	–	–
Erasmus	BSc in Econometrics and Operations Research	4,5	413	36
Tilburg	BSc in Econometrics and Operations Research	4,75	301	42
Toulouse	BSc in Mathematics and Economics	21	932	85
Corvinus	Gazdaságelemzés alapszak	6	392	34

A 4. táblázatból látható, hogy a 17 vizsgált egyetem közül hét esetben találtunk valamilyen jellegű matematikai-közgazdasági képzést. Az Amszterdami Egyetem is indít hollandul Econometrie en operationele research képzést, amelynek részletes tantárgyi adataihoz nem tudtunk hozzáférni, de a rövid ismertetéből feltételezhető, hogy a képzés az Erasmus és a Tilburgi Egyetem azonos elnevezésű képzésével ekvivalens. A részletes tematikákat is figyelembe véve (lásd elektronikus függelék: *Kánnai és szerzőtársai* [2009]) megállapítható, hogy a Budapesti Corvinus Egyetem gazdaságelemzés alapszak matematikaoktatása a holland egyetemeken indított BSc in Econometrics and Operations Research szak matematikaoktatásának felel meg. Ez utóbbi megállapítás mind a rendelkezésre álló időkeretre, mind az elsajátítandó tananyagra igaz. Megjegyzendő, hogy az Erasmuson 5×7 hetes oktatási blokkból, a Tilburgi Egyetemen pedig „csak” 4×7 hetes oktatási negyedévből áll egy tanév. Egy Erasmus-blokk (számolt félév) nálunk egy heti 3,5 órás tantárgynak felelne meg.

⁶ Magyarországon más intézményben nem folyik hasonló képzés.

A brit egyetemeken indított BSc in Economics and Mathematics vagy a még több matematikai tantárgy elsajátítását előíró BSc in Mathematics with Economics egy Magyarországon nem létező gazdaságmatematikai alapképzésnek felelne meg, amelynek tanterve az elnevezésből adódóan jóval több kötelező és választható matematikai tárgyat tartalmazna. Ez még fokozottabban igaz Toulouse-ra, ami nem meglepő, tudván, hogy a franciák nagyobb jelentőséget tulajdonítanak a matematika oktatásának. A toulouse-i kreditek nem európai (ECTS) kreditek, hanem helyi kreditek, amelyek általában alacsonyabbak az európai krediteknél. Meg kell jegyeznünk, hogy a brit alapképzésben már másodévtől nagy a választási szabadság, ezért az Essexnél és a UC Londonnál számolt összes óraszám és összes kredit-szám azokra a hallgatókra vonatkozik, akik a minimálisan előírt matematikai kurzusszámot teljesítik, és inkább matematikai-közgazdasági, közgazdasági vagy ökonometria tárgyak közül választanak. Ráadásul a brit egyetemek honlapjain sokszor csak az előadások órászáma jelenik meg, és ezért táblázatainkból hiányzik több brit egyetem összes órászáma.

Gazdálkodási alapképzések

A gazdálkodási képzéseket a Budapesti Corvinus Egyetem, a Debreceni Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem és a Szegedi Tudományegyetem gazdálkodási alapképzésbeli programokon oktatott matematikai ismeretekkel hasonlítottuk össze.⁷ Ezeken a szakokon a hallgatók a differenciál- és integrálszámítást, a valószínűségszámítás alapjait, többváltozós analízist, (némi) feltétel nélküli és feltételelesszélsőérték-számítást tanulnak.

A 17 vizsgált külföldi egyetem közül 11 indít teljes gazdálkodási alapszakot. Egyes intézmények csak részleges alapképzést indítanak, mint például a Cambridge-i Egyetemhez tartozó Judge Business School, ahol az alapképzés más egyetemek harmadik alapképzésbeli évével indít, ennek megfelelően már két vagy három (például a Cambridge-i Egyetem közgazdasági szakán) alapképzésbeli év után lehet rá jelentkezni. Meg kell jegyeznünk, hogy az Oxfordi Egyetemhez tartozó Saïd Business School az Oxfordi Egyetem közgazdasági tanszékével közösen indítja a BA in Economics and Management alapszakot. A rotterdami Erasmus Egyetem üzleti iskolája külön is indít gazdálkodási alapképzést, amelynek összegző adatait az 5. táblázat külön sora tartalmazza. A félévek számát, az ismeretekre fordított heti óraszámot, illetve összes óraszámot, továbbá a kreditértékeket is tartalmazza az 5. táblázat.

A gazdálkodási szakos képzést nyújtó 11 egyetem közül négy a közgazdasági alapszakkal összevont képzést folytat. A két szakosodás közötti különbség csak a választható tárgyakban mutatkozik meg, illetve az Amszterdami Egyetem esetében a kötelező matematikai tárgyak esetében is, ahol a harmadik félévi matematika tárgy nem kötelező a gazdálkodási (business) szakosok esetében, csak választható. LSE, UPF Barcelona, Tilburg és Warwick több gazdálkodási szakot indít. A közgazdasági képzési ágnál leírt országspecialitások a gazdálkodási szakokra is érvényesek.

Megállapítható, hogy a félévek számát tekintve két intézmény a Budapesti Corvinus Egyetemenél és a Debreceni Egyetemenél több féléven át, öt intézmény azonos számú féléven át⁸ és négy intézmény kevesebb féléven keresztül oktat matematikát. A Pécsi Tudományegyetemenél hét intézmény több féléven át,⁹ egy intézmény azonos számú félévben és három egyetem kevesebb féléven keresztül oktat matematikát. Nincs olyan egyetem, amely a félévek számát tekintve többet oktat matematikát, mint a Szegedi Tudományegyetem.

⁷ A Budapesti Corvinus Egyetem a következő gazdálkodási alapképzéseknek nyújt azonos tartalmú és órászámú matematikaképzést: gazdálkodási és menedzsment, kereskedelem és marketing, nemzetközi gazdálkodás és turizmus és vendéglátás alapszak.

⁸ Tilburgot is idesoroltuk, mivel van több és kevesebb féléven át matematikát oktató szakjuk is.

⁹ Tilburgot is idesoroltuk, mivel van több, valamint ugyanannyi féléven keresztül matematikát oktató szakja is.

5. táblázat
Gazdálkodási szakok matematikaoktatása

Egyetem	Szak	Félévek száma	Heti óraszám	Összes óraszám	Összes kredit
LSE	BSc in Management és BSc in Management Sciences	1	–	–	–
Oxford	BA in Economics and Management	2	–	–	–
Warwick Business School	BSc in Management, BSc in Accounting and Finance és BSc in International Management	1	–	–	–
Warwick Business School	BSc in International Management	0,5	–	–	–
UA Barcelona	BA in Management and Administration	2	5 + 5	140	13,5
Madrid	BSc in Business Administration	2	4 + 4	–	12
UPF Barcelona	Business Administration	2,67	–	168	19,2
UPF Barcelona	Business Sciences	2	–	126	10
UPF Barcelona	International Business Economics	2,67	–	168	20
Erasmus	International Bachelor in Economics and Business Economics	1,25	2,5 + 2,5 + 1,25	87,5	10
Rotterdam School of Management	BSc in International Business Administration	1	4	66	6
Tilburg	BSc in Business Administration, BSc in International Business és BSc in International Economics and Finance	2,5	4 + 6 + 3	182	15
Tilburg	BA in Business Studies	1,5	4 + 2	84	9
Amsterdam	BSc in Economics and Business	2	2 + 2	–	9
UC Louvain	BSc in Economics and Management	2,5	–	180	14,5
Stockholm	BSc in Business and Economics	1,5	–	–	7,5
Corvinus	BA Gazdálkodási és menedzsment	2	3 + 3	84	8
Debrecen	BA Gazdálkodási és menedzsment	2	4 + 4	112	10
Pécs	BA Gazdálkodási és menedzsment	1,5	4 + 2	84	7,5
Szeged	BA Gazdálkodás és menedzsment	3	3 + 3 + 3	126	12

A további szempontok szerinti összehasonlítás látható az 5. táblázatból, azokat nem részletezzük. Csak annyit kívánunk megjegyezni, hogy a hazai intézmények matematika-oktatásának megítélése valamelyest romlik, ha a félévek száma helyett a heti óraszámokat, az összes óraszámot és az összes kreditet vesszük összehasonlítási alapnak.

A választható szaktárgyak között (azaz nem a szabadon választható tárgyszeret terhére) több egyetem még gazdálkodási szakos képzésben is több matematikai tárgyat hirdet (például az Amszterdami Egyetem egy tárgyat, a UPF Barcelona négy tárgyat – lásd elektronikus függelék: *Kánnai és szerzőtársai* [2009]).

Érdemes megjegyezni, hogy Európa legjobb három üzleti iskolája (HEC Paris, London Business School és INSEAD) nem nyújt alapképzést, de hasonló igaz például a Harvard Business Schoolra is. A London Business School szoros kapcsolatokat ápol a 2. táblázatban szereplő UC Londonnal.

A rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható, hogy a gazdálkodási képzési alapszakokon oktatott matematika mennyiségével a vizsgált négy magyarországi egyetem (M4) a középmezőnyben helyezkedik el.

Mesterképzések

A mesterképzések összehasonlító értékelésének elvégzése jóval nehezebb az alapképzések összehasonlító értékelésénél. Az első komoly problémát az jelenti, hogy míg az alapképzésbeli szakok hároméves időtartama (Spanyolországot kivéve) egységes, addig a kétéves hazai mesterszakokkal ellentétben a legtöbb országban a mesterképzések többsége egyéves. A mesterképzések általában két okból lehetnek kétévesek.

1. Egy más szakról szerzett alapidiplomával érkező hallgató egy évet eltölt egy egyéves mesterszintre felkészítő (*premaster*) évvel, amely egy szakterületi alapidiplomával zárul,

6. táblázat
Közgazdasági mesterszakok matematikaoktatása

Egyetem	Szak	Felzárkóztató	Kifejezetten mester
LSE	MSc in Economics	2	0
LSE	MSc in Econometrics and Mathematical Economics	4	0
LSE	MSc in Financial Mathematics	0	2
Oxford	MPhil in Economics	1	3
Cambridge	MPhil in Economics	1	0
UC London	MSc in Economics	0	0
UC London	MSci in Mathematics with Economics	0	4
Essex	MSc in Economics	0	1
Warwick	MSc in Economics	1	0
UA Barcelona	Màster de Recerca en Economia Aplicada	0	2
Madrid	Master in Economic Analysis	1	2,5
UPF Barcelona	MSc in Economics	1	0
UPF Barcelona	MSc in Finance	1	1
Erasmus	MSc in Economics and Business (4 szakirány)	0	0 vagy 2
Tilburg	MSc in Economics	0	2,5
Tilburg	MSc in Mathematical Economics and Econometric Methods	0	1
Amsterdam	MSc in Economics	0	0
Toulouse	MSc in Economics (2 szakirány)	0	2 vagy 3
UC Louvain	MSc in Economics: General	0	0 vagy 1
UC Louvain	MSc in Economics: Econometric	0	1
Bonn	MSc in Economics (6 szakirány)	0	1-től 3
Stockholm	MSc in Business and Economics	0	0
Vienna	MSc in Economics	0	1
Corvinus	MSc in Actuarial and Financial Mathematics	0 vagy 3	1
Corvinus	Gazdaság-matematikai elemző MSc	0-tól 4	1
Corvinus	Közgazdasági elemző	0	1
Corvinus	Közgazdálkodás és közpolitika MA	0	0
Corvinus	MA in International Economy and Business	0	0
Corvinus	Pénzügy MSc	0	1
Pécs	Közgazdasági elemző	0	0
Pécs	Pénzügy MSc	0	0

majd elvégzi az egyéves szakirányú előképzettséggel érkező hallgatóknak szánt egyéves mesterprogramot.

2. A kétéves mesterprogramban részt vevők egy Master of Philosophy (MPhil) oklevéllel záruló kutató mesterképzésben vesznek részt, amely már tulajdonképpen a doktori képzésre készít fel (LSE, UC London, Warwick, Amsterdam, Tilburg).

Ezzel szemben sokakban az a kép él, hogy az alap- és a mesterképzés együttesen a régi (általában öt év alatt megszerezhető) egyetemi diplomát helyettesíti. Meg kell jegyeznünk, hogy Magyarországhoz hasonlóan Bécs, Bonn, Madrid, Stockholm, Toulouse is kétéves mesterképzéseket indít. Toulouse egy választható plusz harmadik évvel készít fel a doktori képzésre.

A másik problémát a mesterprogramok sokasága okozza. Ráadásul nem minden mesterszaknak van közvetlen megfelelője az M4-en, és fordítva. Mivel a gazdálkodási mesterszakokon nem jellemző a matematikai tárgyak oktatása, ezért kizárólag a közgazdasági szakok számára érdekes szakok matematikaoktatásával foglalkozunk. Hozzá kell tennünk, hogy a gazdálkodási mestereken is előfordulnak kvantitatív tárgyak (lásd az elektronikus függelék: *Kánnai és szerzőtársai* [2009]), amelyek elsősorban statisztikai és operációkutatási ismereteket tartalmaznak.

A hozzáférhető közgazdasági mesterprogramokat a 6. táblázat tekinti át a szerint, hogy van-e előírt felzárkóztató vagy új ismereteket közlő, kifejezetten mesterszintű matematikai tárgy. A táblázatban rendre e tárgyak számát közöljük. A nulla érték arra utal, hogy kifejezetten matematikai tárgyat nem írtak elő.

A 6. táblázat csak egy nagyon elnagyolt képet adhat, hiszen nem látni, hogy milyen bemeneti követelmények, és milyen tananyag húzódik meg mögöttük. Csak a kifejezetten matematikai tárgyakat vettük figyelembe, így a matematikaigényes szaktárgyak száma nem jelenik meg a táblázatban. A választható matematikai tárgyak számát nem gyűjtöttük ki, ezek száma egyetemenként jelentősen eltér; például míg Toulouse Economics MSc programjában négy választható haladó matematikai tárgy jelenik meg, addig sok helyen nem is szerepel választható matematikai tárgy a szakspecifikus blokkban.

A tárgyak tartalmát és további részleteket illetően lásd az elektronikus függelék (*Kánnai és szerzőtársai* [2009]), amelyben még a 6. táblázatban felsorolt mesterprogramokon kívül továbbiak is szerepelnek. A nagyfokú heterogenitás miatt további adatelemzésre nem vállalkoztunk. Megállapítható azonban, hogy az alapképzésekhez viszonyítva jóval nagyobb különbségek tapasztalhatók a mesterképzések terén. Számunkra úgy tűnik, hogy Európa még keresi a mesterképzések helyét, és a mesterképzések országok közötti konvertálhatósága jelentős akadályokba ütközhet.

*

Az ismertetett összehasonlításokból, elfogadva, hogy az M4 egyetemek (Budapesti Corvinus Egyetem, Debreceni Egyetem, Pécsi Tudományegyetem és Szegedi Tudományegyetem) reprezentánsai a hazai közgazdasági és gazdálkodási képzéseknek, megítélésünk szerint a következő két következtetés vonható le.

1. A közgazdaságtani (alkalmazott közgazdász) és gazdálkodási szakok esetében a hazai matematikaoktatás elérte azt a minimális szintet, ahonnan egy további lefelé való elmozdulás (akár a matematikaoktatásába bevont szemeszterek számát, akár az óraszámokat tekintve) már az európai standardtól való lemaradáshoz vezetne. Ez a lemaradás két módon érintené a hallgatókat. Egyrészt diplomájuk értékelődne le, és így munkapiaci kilátásaik rosszabbodnának, másrészt ennél jóval közvetlenebbül jelentkezne az a hatás, hogy a hallgatók színvonalas mester- és doktori képzésekbe való bekapcsolódási lehetőségei jelentősen szűkülnének.

2. Ha a magyarországi közgazdasági intézmények rajta kívánják tartani a kezüket a magasan kvalifikált (PhD) közgazdaságképzés hazai utánpótlás-nevelésén, akkor szükség

van legalább egy hazai elit alapképzésre: valamilyen matematikai-közgazdasági alapképzésre. Máskülönben kialakulhat az a jelenség, hogy a hazai tudományegyetemeken végzettek adják majd a magyarországi (mint kiinduló ország) közgazdász PhD-utánpótlását (jellemzően külföldi PhD-programok).

Hivatkozások

- BALLARD, C. L.–JOHNSON, M. F. [2004]: Basic Math Skills and Performance in an Introductory Economics Class, *The Journal of Economic Education*, 35. 3–23. o.
- BOROVKOV A. A. [1999]: Matematikai statisztika. Typotex Kiadó, Budapest.
- DEBREU, G. [1959]: *The Theory of Value: An axiomatic analysis of economic equilibrium*. Wiley, New York.
- HAMILTON, J. D. [1994]: *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton.
- KALAITZIDAKIS, P.–STENGOS, T.–MAMUNEAS, T. P. [2003]: Rankings of Academic Journals and Institutions in Economics. *Journal of the European Economic Association*, 1. 1346–1366. o.
- KÁNNAI ZOLTÁN–PINTÉR MIKLÓS–TASNÁDI ATTILA [2009]: Elektronikus függelék a Matematikaoktatás a bolognai típusú gazdasági képzésekben című cikkhez <http://web.uni-corvinus.hu/~tasnadi/MKK2009ElFugg.pdf>.
- KEYNES, J. M. [1936/1965]: A foglalkoztatás, a kamat és a pénz általános elmélete. Ford.: *Erdős Péter*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- LAGERLÖF, J. N. M.–SELTZER A. S. [2009]: The Effects of Remedial Mathematics on the Learning of Economics: Evidence from a Natural Experiment. *The Journal of Economic Education*, 40. 115–137. o.
- LJUNGQVIST, L.–SARGENT T. J. [2004]: *Recursive Macroeconomic Theory*. MIT Press, Cambridge, MA., 2. kiadás.
- OROSZ GÁBOR [2007]: Kutatások a közgazdaságtan-oktatás hatékonyságának javítására. *Köz-gazdaság, Tudományos Füzetek*, 2. évf. 1. sz. 102–106. o.
- NEUMANN JÁNOS [1965]: Válogatott előadások és tanulmányok. Ford.: *Augusztinovics Mária és Bródy András*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest.
- POZO, S.–STULL, C. [2006]: Requiring a Math Skills Unit: Results of a Randomized Experiment. *American Economic Review*, 96. 437–441. o.
- SAMUELSON, P. A. [1947]: *Foundations of Economic Analysis*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- SYDSAETER, K.–HAMMOND P. [2003]: *Matematika közgazdászoknak*. Aula Kiadó, Budapest.